

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1987/88

EBB 108 - PROSES-PROSES PENGANGKUTAN

Tarikh: 14 April 1988

Masa: 9.00 pagi - 12.00 t/hari
(3 jam)

ARAHAN KEPADA CALON

1. Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEPULUH (10) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Jawab EMPAT (4) soalan sahaja.
3. Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. a) Apakah yang dimaksudkan dengan lapisan sempadan dan kesannya di dalam aliran masuk ke dalam paip (10 markah)
- b) Berdasarkan persamaan pergerakan, dapatkan hukum Hagen Poiseuille, bagi kadar alir isipadu bagi aliran di dalam paip mendatar. Nyatakan segala andaian yang dibuat.

Persamaan pergerakan bagi koordinat silinder adalah diberi di dalam lampiran I.

(40 markah)

- c) Air mengalir di dalam paip yang berukuran garispusat 20 mm dan panjang 20 m. Air dipam supaya jumlah turus adalah $\left(\frac{0.6}{\rho g}\right)$ m.

Dengan menggunakan hukum Hagen poiseuille apakah kadar alir isipadu jika kelikatan pada 50°C adalah 0.00056 N s/m². Hukum tersebut berdasarkan aliran laminar, adakah andaian ini sesuai.

(50 markah)

2. (a) Dengan menggunakan persamaan Bernoulli, tunjukkan bahawa kadar alir isipadu di dalam meter venturi boleh diungkapkan sebagai

$$Q = c \ a_1 \ a_2 \ \sqrt{\frac{2g \ h}{a_1^2 - a_2^2}} \quad (15 \text{ markah})$$

- b) Tunjukkan Formula Darcy boleh diungkapkan sebagai berikut berdasarkan persamaan pergerakan.

$$h_f = \frac{4f \ v^2 \ L}{2 \ dg} \quad (15 \text{ markah})$$

...3/-

Tentukan kehilangan turus di dalam rangkaian paip panjang 6 m dan garispusat 20 mm. Rangkaian paip ini mempunyai siku (90° jejari sederhana), siku (45° jejari) dan injap pintu (get) 3/4 terbuka. Kadar alir air di dalam paip diukur dengan menggunakan meter venturi. Data untuk meter venturi adalah seperti berikut.

garispusat paip = 20 mm

garispusat leher = 5 mm

pekali kadar alir = 0.98

Perbezaan tahap h pada
manometer raksa = 20 cm

Ketumpatan raksa = 13 600 kg/m³

Daripada carta moody nilai f berdasarkan kekasaran paip dan No. Reynolds adalah 0.01.

Nilai (L/d) bagi pemasangan adalah diberi di dalam lampiran II.

(50 markah)

- c) Kadar alir boleh juga ditentukan dengan menggunakan meter luas. Terangkan bagaimana meter luas digunakan untuk mengukur kadar alir.

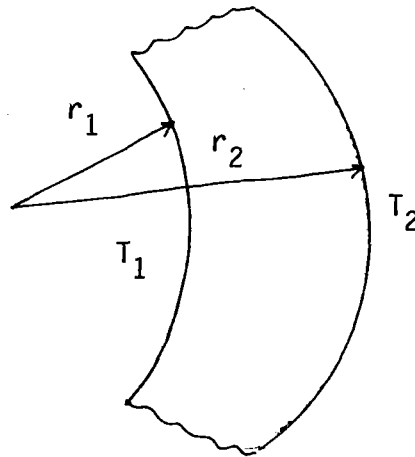
(20 markah)

3. a) Berdasarkan aliran haba ke dalam unsur kecil, buktikan persamaan keselantaran aliran haba (persamaan *laplace*) bagi sistem koordinat silinder adalah seperti berikut.

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0$$

...4/-

Dapatkan juga taburan suhu bagi aliran haba satu dimensi melalui dinding tiub



(30 markah)

- b) Sebatang tiub mempunyai jejari dalam r_1 dan jejari luar r_2 . Suhu di permukaan dalam adalah T_1 dan di permukaan luar T_2 . Perindahan haba adalah mantap dari keberkondukan boleh dianggapkan berubah lurus dengan suhu.

$$k = k_0 (1 + b\theta)$$

k_0 dan b adalah malar

$$\theta = T - T_{ruj}$$

Tunjukkan ungkapan untuk perindahan haba per unit panjang.

$$\frac{Q}{L} = \frac{-2\pi}{\ln(r_2/r_1)} k_0 (T_2 - T_1) \left[1 + b \frac{(\theta^1 + \theta^2)}{2} \right] \quad (20 \text{ markah})$$

...5/-

- (c) Silinder kupram mempunyai garispusat dalam 1 cm dan garispusat luar 1.8 cm. Suhu permukaan di dalam paip adalah 305°C dan suhu permukaan di luar paip adalah 295°C . Andaikan k berubah lurus dengan suhu

$$k = k_0 (1 + b\theta)$$

$$k_0 = 371.9 \text{ W/mK}$$

$$b = -9.25 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\theta = T - 150^{\circ}\text{C}$$

Tentukan kehilangan haba per unit panjang.

Kehilangan haba boleh dikurangkan dengan membalut silinder tersebut dengan bahan penamat tebal 30 mm dan mempunyai nilai keberkondukan $k = 0.07 \text{ W/mK}$.

Tentukan kehilangan haba per panjang yang baru jika suhu di luar permukaan penamat adalah 30°C .

(50 markah)

4. (a) Halaju bendalir di dalam tiub mempunyai taburan halaju seragam $v_z = V_0$.

Persamaan tenaga boleh diungkapkan sebagai

$$v_z \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{k}{\rho C_p} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) \right]$$

...6/-

Buktikan bahawa ungkapan untuk No. Nusselt bagi aliran laminar terorak penuh dengan fluks haba malar adalah

$$Nu = 8.00$$

(40 markah)

- b) Udara pada suhu 93°C dan tekanan 2.07 bar mengalir masuk ke dalam tiub panas yang mempunyai garispusat dalam 12 mm. Andaikan halaju bendalir mempunyai taburan yang seragam 1.53 m/s

Nilai Nu jarak x dari permulaan ruangan tiub panas boleh diungkapkan sebagai

$$Nu = 8.00 + \frac{0.036 [D/x Re_D Pr]}{1 + 0.011 [D/x Re_D Pr]}$$

Sifat-sifat bendalir adalah seperti berikut

$$\rho = 1.97 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 2.1427 \times 10^{-6} \text{ kg/ms}$$

$$Pr = 0.694$$

$$k = 0.0311 \text{ W/mK}$$

Tentukan permindahan haba per luas pada jarak 0.5 m, dari permulaan tiub panas jika suhu dinding tiub adalah 17°C lebih dari suhu udara.

Bagi flux haba malar di dinding tentukan suhu dinding tiub pada jarak 1.0 m dan 1.5 m dari permulaan ruangan tiub panas.

(60 markah)

5. a) Terdapat beberapa mekanisma resapan yang berlaku di dalam pepejal. Huraikan jenis-jenis mekanisma tersebut.

(30 markah)

...7/-

- b) Pengkarbonan keluli merupakan resapan keadaan tidak mantap di dalam pepejal separuh tak terhingga. Di dalam proses tersebut keluli 1% Karbon perlu dikarbonkan pada suhu 1100 K di dalam suasana penyusukkarbonan yang mempunyai kepekatan 8% Karbon di permukaan.

Lukiskan graf kepekatan C berlawan tebal lapisan 0.2 mm, 0.5 mm dan 1.0 mm. Jika jangkamasa rawatan adalah 50 jam.

Apakah komen anda?

Malar resapan untuk karbon di dalam besi adalah seperti berikut.

$$A = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Q = 145 \text{ kJ/mol}$$

$$R = 8.31 \text{ J/K mol}$$

Jadual fungsi ralat adalah diberi di dalam lampiran III.

(70 markah)

...8/-

Persamaan Pergerakan di dalam koordinat silinder

r - komponen

$$\rho \left(\frac{\partial v_r}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} - \frac{v_\theta^2}{r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P}{\partial r} - \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \tau_{rr}) + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} - \frac{\tau_{\theta\theta}}{r} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} \right) + \rho g_r \quad (A)$$

θ - komponen

$$\rho \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{v_r v_\theta}{r} + v_z \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right) = - \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \theta} - \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \tau_{r\theta}) + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z} \right) + \rho g_\theta \quad (B)$$

z - komponen

$$\rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P}{\partial z} - \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \tau_{rz}) + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} \right) + \rho g_z \quad (C)$$

Persamaan Navier stoke (& tetap)

r - komponen

$$\rho \left(\frac{\partial v_r}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} - \frac{v_\theta^2}{r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P}{\partial r} + \eta \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_r) \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} \right] + \rho g_r \quad (D)$$

θ - komponen

$$\rho \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{v_r v_\theta}{r} + v_z \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right) = - \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \theta} + \eta \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_\theta) \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial z^2} \right] + \rho g_\theta \quad (E)$$

z - komponen

$$\rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P}{\partial z} + \eta \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 v_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right] + \rho g_z \quad (F)$$

...9/-

Lampiran II

Nilai (Le/d) untuk pelbagai pemasangan injap

<u>Pemasangan</u>	<u>Le/D</u>
1. 45 ⁰ Siku, jejari	15
2. 90 ⁰ Siku, jejari piawai	31
3. 90 ⁰ Siku, jejari sederhana	26
4. 90 ⁰ Siku, jejari panjang	20
5. 90 ⁰ Siku empat segi tepat	65
6. 180 ⁰ Liku balik tertutup	75
7. Injap-sekala hayunan terbuka	77
8. Sambungan T	65
9. Sambungan T memasuki cabang	90
10. Gandingan	
11. Injap get, terbuka	7
12. Injap get, $\frac{1}{2}$ tertutup	40
13. Injap get, $\frac{1}{2}$ tertutup	190
14. Injap get, $\frac{3}{4}$ tertutup	840
15. Injap glob, terbuka	340
16. Injap sudut, terbuka	170

...10/-

Fungsi Ralat, erf(x)

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.0000	0.0113	0.0226	0.0338	0.0451	0.0564	0.0676	0.0789	0.0901	0.1013
0.1	0.1125	0.1236	0.1348	0.1459	0.1569	0.1680	0.1790	0.1900	0.2009	0.2118
0.2	0.2227	0.2335	0.2443	0.2550	0.2657	0.2763	0.2869	0.2974	0.3079	0.3183
0.3	0.3256	0.3389	0.3491	0.3593	0.3694	0.3794	0.3893	0.3992	0.4090	0.4187
0.4	0.4254	0.4380	0.4475	0.4569	0.4662	0.4755	0.4847	0.4937	0.5027	0.5117
0.5	0.5205	0.5292	0.5370	0.5465	0.5549	0.5633	0.5716	0.5798	0.5879	0.5959
0.6	0.6039	0.6117	0.6194	0.6270	0.6346	0.6420	0.6494	0.6566	0.6638	0.6708
0.7	0.6778	0.6847	0.6914	0.6981	0.7047	0.7112	0.7175	0.7238	0.7300	0.7361
0.8	0.7421	0.7480	0.7538	0.7595	0.7651	0.7707	0.7761	0.7814	0.7867	0.7918
0.9	0.7969	0.8019	0.8068	0.8116	0.8163	0.8209	0.8254	0.8299	0.8342	0.8385
1.0	0.8427	0.8468	0.8508	0.8548	0.8586	0.8624	0.8661	0.8698	0.8733	0.8768
1.1	0.8802	0.8835	0.8868	0.8900	0.8931	0.8961	0.8991	0.9020	0.9048	0.9076
1.2	0.9103	0.9130	0.9155	0.9181	0.9205	0.9229	0.9252	0.9275	0.9297	0.9319
1.3	0.9340	0.9361	0.9381	0.9400	0.9419	0.9438	0.9456	0.9473	0.9490	0.9507
1.4	0.9523	0.9539	0.9554	0.9569	0.9583	0.9597	0.9611	0.9624	0.9637	0.9649
1.5	0.9661	0.9672	0.9683	0.9695	0.9706	0.9716	0.9726	0.9735	0.9745	0.9754
1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	
0.9716	0.9763	0.9804	0.9838	0.9867	0.9891	0.9928	0.9953	0.9970	0.9981	

Jadual Nilai Fungsi Ralat

oooo0oooo